Aus dem Anatomischen Institut der Universität Tübingen
Direktor: Prof. Dr. med. W. Graumann

Zur Morphologie des menschlichen Kiefergelenks

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Chongkolpun Thanabhumi
aus Dhonburi/Thailand

1964

7822

Aus dem Anatomischen Institut der Universität Tübingen

Direktor: Prof.Dr.med. W.Graumann

ZUR MORPHOLOGIE DES MENSCHLICHEN KIEFERGELENKS

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt von

Chongkolpun Thanabhumi

aus Dhonburi / Thailand

als Forschungs-Stipendiatin der
Alexander von Humboldt-Stiftung

D e k a n : Professor Dr.med. H. H a r m s

Berichterstatter: Professor Dr.med. H. F e n e i s

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
EINLEITUNG	1
Problemstellung	1
MATERIAL	2
METHODE	3
Streckeneinteilung	3
Fehlerberechnung	4
Polarisation	6
Prüfung der Korrelationen	6
Spaltlinienmethode	6
BEFUNDE	7
Die Gelenkflächen	7
Tuberculumtypen und ihre Häufigkeit	7
Fossatypen und ihre Häufigkeit	8
Caputtypen und ihre Häufigkeit	9
Fehlende Korrelation zwischen Caput-, Tuberculum- und Fossaform	9
Korrelation zwischen Fossatiefe und Fossadachdicke	10
Der Discus articularis	10
Dicke und Typen des Discus articularis	10
Korrelation zwischen Tuberculumform und Discustypen	15
Korrelation zwischen Tuberculumform und Discusdicke	16
Lage des Discus art. in Beziehung zur temporalen Gelenkfläche	16
Lage des vorderen, hinteren Discusendes und des dünnsten Discusabschnittes	17
Die Gelenkhöhle	19
Die Gelenkhöhlengrenze und der Gelenkkapsel-ansatz	19

Seite

Die Enden des disco-temporalen Gelenkspaltes 20

Die Enden des disco-mandibulären Gelenkspaltes 21

Fehlende Korrelation zwischen Gelenkform und Gelenkhöhlengrenze 21

Die Weichteilbedeckung

Weichteilbedeckung am Caput mandibulae 21

Häufigkeitsverteilung der maximalen Dicke ... 22

Lage der dicksten Stelle des Gelenküberzuges 24

Weichteilbedeckung an der temporalen Gelenkfläche 24

Lage seiner dicksten Stelle 25

Häufigkeitsverteilung der maximalen Überzugsdicke 25

Verankerung der Weichteilbedeckung mit dem Knochen 25

Faserverlauf an der Gelenkfläche und Spaltlinie 29

DISKUSSION 31

Bedeutung der Discusdicke für die Gelenkmechanik 31

Korrelation zwischen Dicke und Tiefe des Fossadaches 32

ZUSAMMENFASSUNG 34

BIBLIOGRAPHIE 36

E I N L E I T U N G

Das menschliche Kiefergelenk ist wegen seiner praktischen Bedeutung für die Zahnheilkunde besonders oft untersucht worden. Um so mehr nimmt es Wunder, daß man über eine Reihe von Tatsachen noch nicht ausreichend Auskunft geben kann. Dazu gehören

1. Die statistische Häufigkeit einzelner Formtypen am Kiefergelenk
2. Die Korrelation zwischen Tuberculum-, Fossa- und Caputformen
3. Statistische Angaben über die Dickenmaße der Weichteilüberzüge des Kiefergelenks
4. Die statistische Wiedergabe der Meniscusdicken
5. Die statistische Darstellung der Ausdehnung von Faser- und Knorpelüberzügen an den Gelenkflächen

Ausserdem fehlt eine Untersuchung über die Verankerung der Weichteile im Knochen speziell beim Kiefergelenk. Das gleiche gilt für das Spaltlinienbild.

Diesen Fragen möchten wir in der vorliegenden Arbeit nachgehen.

M A T E R I A L

Der weitaus größte Teil unserer Untersuchungen wurde an 52 Kiefergelenkschnitten aus dem noch nicht bearbeiteten Nachlass von Herrn Professor Adrion vorgenommen. Dankenswerterweise hatte Herr Professor Fröhlich uns diese Präparate großzügig überlassen. Es handelt sich um sagittal gerichtete Schnitte durch in Celloidin eingebettete Kiefergelenke. In 45 Fällen ist der Schnitt so geführt, daß der aufsteigende Unterkieferast mitgetroffen ist, bei nur 7 Präparaten ging der Schnitt nur durch den Condylus, ohne den Kiefergelenkschaft mitzutreffen. Die Schnitte sind alle mit HE gefärbt. Ihre Dicke beträgt meist 0,02 mm, in einigen Fällen bis zu o,05 mm. Leider liegen nicht mehr alle Protokolle vor. Nur 13 Gelenkpaare sind mit einem Zahnstatus angegeben. 7 davon haben außerdem eine Altersangabe und Angaben über die Todesursache. Über die Formen der Occlusionsflächen, die in Zusammenhang mit der Form des Gelenkes besonders interessant und aufschlußreich sein könnten, liegen in den Protokollen leider keine Angaben vor, sodaß in dieser Richtung Untersuchungen nicht möglich waren.

Außer diesen 52 Gelenken von 26 Individuen kamen noch 4 Gelenke von zwei Individuen zur Untersuchung, die dem Leichenmaterial des Präpariersaals entstammen und nach den üblichen Methoden konserviert waren. Sie wurden verwandt für die Spaltlinien-Methode.

METHODE

Die 52 histologischen Schnitte wurden im Projektionsverfahren bei ca. zehnfacher Vergrößerung gezeichnet. Hierdurch wurde es möglich, die einzelnen Gelenke der Form nach zu vergleichen und zu ordnen. Die Messungen der Weichteilüberzüge wurden mit dem Occularmikrometer im Zeiß'schen Präpariermikroskop bei stärkster Vergrößerung vorgenommen.

Um die Meßergebnisse der einzelnen Gelenke miteinander vergleichen zu können, wurde die temporale Gelenkfläche der einzelnen Gelenke durch Punkte a bis h in 7 gleich lange Strecken geteilt. (Abb. 1). Die Punkte a bis d lagen an der Tuber-

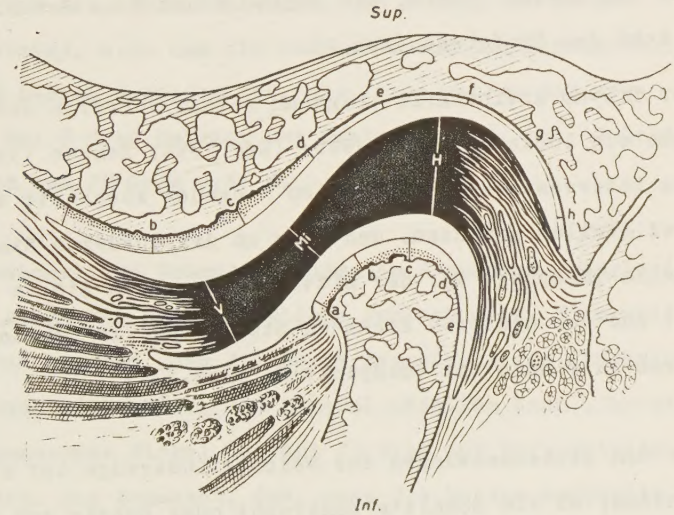


Abb. 1 Messpunkte der Gelenkflächenüberzüge und des Discus

culumfläche, während die Punkte e,f,g und h der Fossaoberfläche entsprachen. An diesen Punkten massen wir den Abstand zwischen der Knorpel-Knochen-Grenze und der Gelenkoberfläche als ganze Überzugdicke. Die an der Oberfläche liegende Faserschicht, die bei einigen Gelenken deutlich von der unterlagerten Knorpelschicht unterschieden werden kann, wurde für sich gemessen, sodaß wir dann drei Werte erhielten, nämlich die Dicke der ganzen Weichteilüberzüge, die Dicke der Knorpelschicht und die Faserschichtdicke.

In gleicher Weise gingen wir am Caput mandibulae vor. Da hier die Gelenkfläche weniger ausgedehnt ist, reichten 6 Meßpunkte (a-f) aus. Die Punkte a bis d lagen an der vorderen und oberen Fläche, die Punkte e und f an der hinteren Fläche des Köpfchens (Abb.1).

Der Discus articularis trägt an seinem vorderen und hinteren Ende ein lockeres Bindegewebe (Ree 1954, Zenker 1956). Der uns interessierende dazwischen liegende Abschnitt wurde an drei Stellen gemessen, und zwar an der vorderen dicksten Stelle (Meßpunkt V), der mittleren dünnsten Stelle (Meßpunkt Mi) und der hinteren dicksten Stelle, die in der Gegend der Fossa zu finden ist (Meßpunkt H) (Abb.1).

Bei den Dickenmessungen der Weichteilüberzüge ist es von Einfluß, ob die Schnitte senkrecht oder schräg zur Oberfläche liegen. Wir haben daher zunächst geprüft, wie genau man den Processus condylaris z.B. im Mikrotom orientieren kann. Hierbei stellte sich heraus, daß schon eine Abweichung

von nur 3 Grad deutlich auffällt. Unter Anwendung der Cosinusfunktion des Abweichungswinkels (Abb.2) lässt sich be-

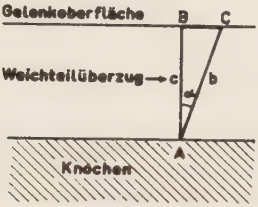


Abb. 2

Cosinus $\alpha = \frac{c}{b}$

b = gemessene Dicke

c = wahre Dicke

stimmen, daß bei einem Fehlwinkel von 3 Grad der Fehler 0,14 % beträgt, d.h. daß die Strecke durch den Schrägschnitt um 0,14 % länger geworden ist, als ihrem wahren Maß entspricht. Bei 5 Grad beträgt der Fehler 0,38 %, bei 10 Grad 1,54 % und bei 20 Grad 6,41 %.

Eine versehentliche Schrägstellung des Processus condylaris ist aber nicht die einzig mögliche Fehlerquelle. Eine weitere ist dadurch gegeben, daß die obere Begrenzung des Kieferköpfchens schräg nach medial und lateral abfallen kann. Der größte hier gemessene Winkel beträgt 20 Grad zur Horizontalen (Biel 1954). Das bedeutet, daß, wenn die beiden ungünstigsten Fälle eintreten, mit einem Schrägschnitt von 23 Grad zu rechnen ist. Dann wäre das Maß für die Knorpeldicke ca. 8,5 % zu stark. Diese Möglichkeit ist bei der Auswertung der Ergebnisse zu berücksichtigen.

Zur Untersuchung der Faserverläufe im Gelenkknorpel und ihrer Fortsetzung in den Knochen hinein diente das Zeiß'sche Polarisationsmikroskop mit einer Spezialvorrichtung für Synchrondrehung von Polarisator und Analysator. Die hier gewonnenen Befunde wurden in Form von Freihandzeichnungen zu Papier gebracht und ausgewertet.

Die Prüfung der Korrelation mikroskopischer Formen erfolgte mit Hilfe des Randlochkarten-Systems. Auf den Karten waren insgesamt 45 Daten markiert. Die entsprechenden Kombinationen konnten durch entsprechend gesteckte Nadeln geprüft werden. Mathematisch wurden dann diese Ergebnisse weiter nach dem Chi-Quadrat Verfahren bearbeitet. Hierbei diente uns die Angabe von Koller (teilweise der Veröffentlichung von Daser 1951 entnommen) als Richtschnur.

Für die Spaltlinienmethode wurde in üblicher Weise die Gelenkfläche mit einer in Tusche getauchten Nadel punktiert, wobei sich, wie bekannt, gegebenenfalls die ursprünglich runde Einstichöffnung entsprechend dem Faserverlauf länglich deformiert. Zur Kontrolle, wie weit die Spaltlinien dem wirklichen Faserverlauf entsprechen, wurden Serienschnitte hergestellt und dann auf den Zusammenhang zwischen Faserverlauf und Spaltlinien polarisationsoptisch geprüft. Ferner wurde an zwei Präparaten der hier direkt sichtbare Faserverlauf des Knorpels ungefärbt unter dem Präpariermikroskop festgestellt und in Zeichnungen festgehalten.

B E F U N D E

Die Gelenkflächen

Bekanntlich variieren die Formen am Kiefergelenk erheblich. Gysi (1930) gibt 5 Formtypen von Tomes und Delamore (1904) wieder, sagt aber nicht, wie oft sie vorkommen. Angaben über die Formen des Gelenkhöckers und deren Häufigkeit finden sich bei Lubosch (1906). Er unterscheidet hohe, flache und normale. Fick gibt für das Köpfchen 8 Variationen an (1904). Beziehungen zwischen Alter, Bezahnung und Gelenkform wurden mehrfach behauptet (Spee 1890, Lubosch 1906, Martins 1914, Benninghoff 1925, Bauer 1932, Steinhardt 1934, Riesner 1936, Seeward 1940, Angle 1947, Hausser 1952). Dieser Auffassung wurde aber auch mehrfach widersprochen z.B. Kieffer 1908, Fabian 1925, Ricketts 1950, Linblom 1960.

Bei der Erfassung des uns vorliegenden Materials stellten sich je vier Typen für das Tuberculum, die Fossa und das Caput heraus. Sie seien zunächst getrennt für die drei Gelenkteile und dann in ihren gegenseitigen Beziehung wiedergegeben.

Die vier Typen für das T u b e r c u l u m bestehen

I. in einer flach horizontalen Form
II. in einer flachen nach hinten aufsteigenden Form
III. in einer gleichmäßigen, kreisähnlichen Kontur
IV. in einer rechteck-ähnlichen Begrenzung

Am häufigsten ist der Typ III mit 50 % vertreten. Die anderen 3 Typen weisen unter sich in ihrer Häufigkeit (15-20 %) keine eklatanten Unterschiede auf. (Abb.3).

Die F o s s a ist in ihrem Typ I flach und eng, im Typ II flach und breit, als Typ III hochgewölbt eng und bei Typ IV hochgewölbt weit. Der Typ IV ist mit etwa 54 % am häufigsten, am seltensten ist Typ I mit ca. 6 %, wohingegen die Typen II und III mit etwa 20 % gleich häufig sind (Abb.3).

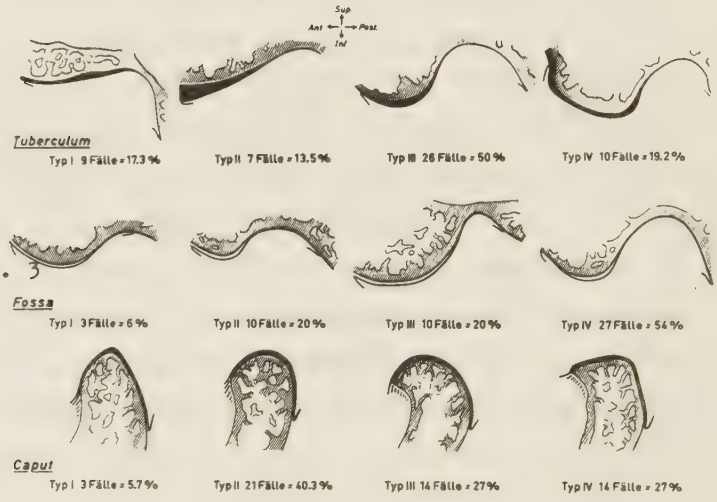

Sup
Ant
Post
Inf
Tuberculum
Typ I 9 Fälle = 17.3 %
Typ II 7 Fälle = 13.5 %
Typ III 26 Fälle = 50 %
Typ IV 10 Fälle = 19.2 %
Fossa
Typ I 3 Fälle = 6 %
Typ II 10 Fälle = 20 %
Typ III 10 Fälle = 20 %
Typ IV 27 Fälle = 54 %
Caput
Typ I 3 Fälle = 5.7 %
Typ II 21 Fälle = 40.3 %
Typ III 14 Fälle = 27 %
Typ IV 14 Fälle = 27 %

Abb. 3

Zwei Gelenke eines Kopfes wiesen anstelle des Fossadaches ein Foramen auf. Diese beiden Fälle wurden bei

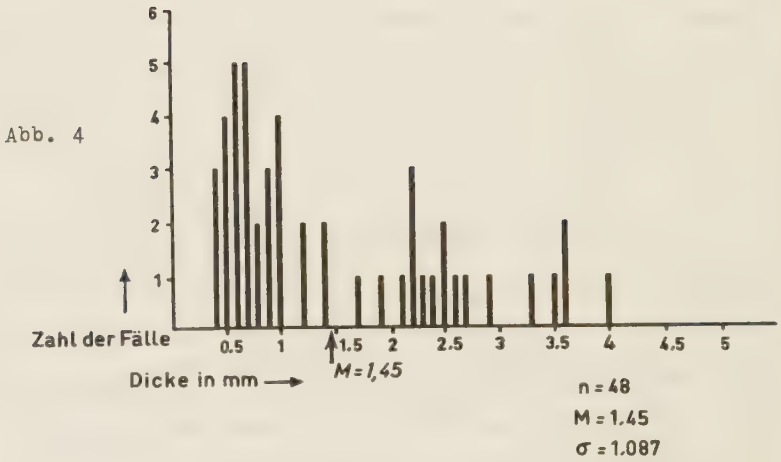
der Prozentberechnung für die Fossatypen nicht mitangesetzt. Die Berechnung ist daher bei den Fossatypen auf 50 statt wie sonst auf 52 Fälle bezogen.

Das C a p u t hat als Typ I dachgibel-ähnliche Form, als Typ II ist es gleichmäßig kreisbogenartig gekrümmt. Typ III ist ungleichmäßig mit nach hinten abfallender Fläche begrenzt. Typ IV weist dagegen eine ebene, nach vorn abfallende Fläche auf. Am häufigsten ist Typ II mit 40 %, am seltensten Typ I (6 %), während Typ III und IV mit je 27 % gleich häufig sind.

Die an sich naheliegende Vermutung, daß bestimmte Formen von Caput, Tuberculum und Fossa zusammengehören oder zumindest besonders häufig kombiniert vorkommen, bestätigte sich bei der stätistischen Überprüfung nach den Chi-Quadrat Verfahren nicht. Damit lassen sich die Behauptungen von Steinhardt (1934), Sicher (1952) und anderen, daß ein hohes Tuberculum mit einer tiefen Fossa gekoppelt sei, nicht bestätigen.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn wir die Dicke des Pfannendaches mit in unsere Betrachtungen einzubeziehen. Im allgemeinen ist es recht dünn: bei etwa der Hälfte der Fälle war das Pfannendach nur einen Milimeter dick oder noch dünner. Im Durchschnitt betrug die Stärke des Pfannendaches 1,45 mm bei einem Sigma von 1,09. Einzelheiten können der graphischen Darstellung (Abb.4) entnommen werden.

Abb. 4



Dicke des knöchernen Fossadaches

Vergleicht man nun die Knochendicke des Pfannendaches mit der Form der Fossa, so ergibt sich eine äußerst knappe positive Korrelation mit einem $\frac{\chi^2}{m}$ von 2,986 bei einem Grenzwert von 2,807. Diese Korrelation ergibt sich, wenn wir 4 Knochendicken mit 4 Formen der Fossa vergleichen. Fassen wir aber die Knochendicke zu nur 2 Klassen zusammen und prüfen die Korrelation zwischen diesen 2 Klassen und

der hochgewölbten Fossa im Gegensatz zu den anderen drei Typen, dann ergibt sich ein Chi-quadrat von 11,81 bei einem Grenzwert von 9,00. Das bedeutet, daß wir eine statistisch gesicherte Korrelation zwischen Fossatiefe und Knochendicke haben, dergestalt daß der Knochen um so dünner am Dach der Fossa ist, je stärker diese nach oben gewölbt ist.

Die Korrelation zwischen Fossaform und Dicke ihres Daches

Abb. 5

	Typen	Fossa I ⌒	Fossa II ⌒	Fossa III ∧	Fossa IV ⌒
	48	3	10	9	26
Dicke des knöchernen Fossadaches	<1-1 mm	1 1,62 -0.62	1 5,41 -4.41	6 4,87 -0.87	20 14,08 +5.92
	26	0.23	3.59	0.15	2.48
	>1-2 mm	- 0,37 -0.37	2 1,25 +0.75	2 1,12 +0.88	2 3,25 -1.25
	- 6	0.37	0.45	0.69	0.48
	>2-3 mm	- 0,68 -0.68	6 2,29 +3.71	2 2,06 -0.06	3 5,95 -2.95
	11	0.68	6.01	0.0017	1.46
	>3-4mm	3 0,31 +1.69	1 1,04 -0.04	1 0,93 +0.07	1 2,7 -1.7
	5	9.21	0.0015	0.0052	1.07

Erfahrungszahl
Erwartungszahl
Differenz
X-quadrat

Gesamtes X-quadrat = 26.88

Zahl der Freiheitsgrade (m) = 9

$$\frac{X^2}{m} = \frac{26.88}{9} = 2.986$$

Mindestwert für eine positive-

Korrelation nach *Koller* = 2.807

	Typen	Fossa I,II,III	Fossa IV
	48	22	26
Dicke des knochernen Fossadaches	<1-1mm	6 11,91 -5.91	20 14,08 +5.92
	26	2.93	2.48
	>1-4 mm	16 10,06 +5.92	6 11,91 -5.91
	22	3.47	2.93

Gesamtes X-quadrat = 11.81

Zahl der Freiheitsgrade (m) = 1

$$\frac{X^2}{m} = \frac{11.81}{1} = 11.81$$

Mindestwert für eine positive-

Korrelation nach *Koller* = 9.00

Die Gegenüberstellung von vier verschiedenen Typen hat den Nachteil, daß einzelne Klassen nur ein- oder zweifach besetzt sind, und das ist zu wenig bei vorgeschriebener fünf-facher Besetzung. Fassen wir aber die einzelnen Gruppen zusammen, dann sind alle Klassen stark genug besetzt. Aus diesem Grunde wurden die Klassen derart zusammengefasst, daß

nur 2 Gruppen für die Knochendicke 2 Fossaformen gegenüber standen (s.S.11, Abb.5, unten).

Der Discus articularis

Dicke und Typen des Discus articularis

Da die bisher in der Literatur auffindbaren zahlenmäßigen Angaben über die Dicke des Discus art. nur auf den Befunden von 4 Exemplaren (H.Werner, 1897) fußen, scheint es angebracht, die Ergebnisse von unseren 52 Gelenken mitzuteilen. Hinzu kommt, daß die Form des Discus für die Gelenkmechanik des Unterkiefers in jüngster Zeit eine ganz besondere Bedeutung erhalten hat.

Beim Discus lassen sich 4 Typen unterscheiden (s.S.13,Abb.6)

I. In der Mitte dünner als vorn und hinten, aber vorn dicker aus hinten

II. In der Mitte dünner als vorn und hinten, aber vorn und hinten gleich dick

III. In der Mitte dünner als vorn und hinten, aber hinten dicker als vorn

IV. In der Mitte dicker als vorn und hinten.

Weitaus am häufigsten ist Typ III mit 73 %, dann folgen Typ I und II mit 13,4 % und 9,6 %. Der Typ IV stellt einen Ausnahmefall dar mit 4 % (s. Abb. 6 unten).

Bei allen vergleichbaren Kiefergelenken ist der Discus in der Mitte dünner als mindestens an einem Ende. Ein Discus mit parallel-flächiger Begrenzung kam nicht vor. Nur in zwei Fällen war der Discus hinten dünner als in der Mitte; diese

zwei Fälle gehörten aber zu einem abnormalen Kiefergelenk, bei dem das knöcherne Dach der Fossa fehlte. Abgesehen von diesen Ausnahmefällen war er stets hinten dicker als in der Mitte.

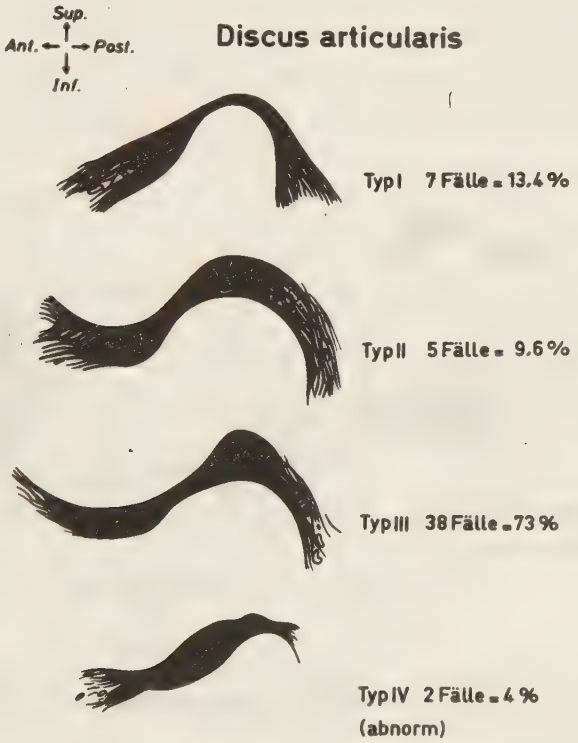
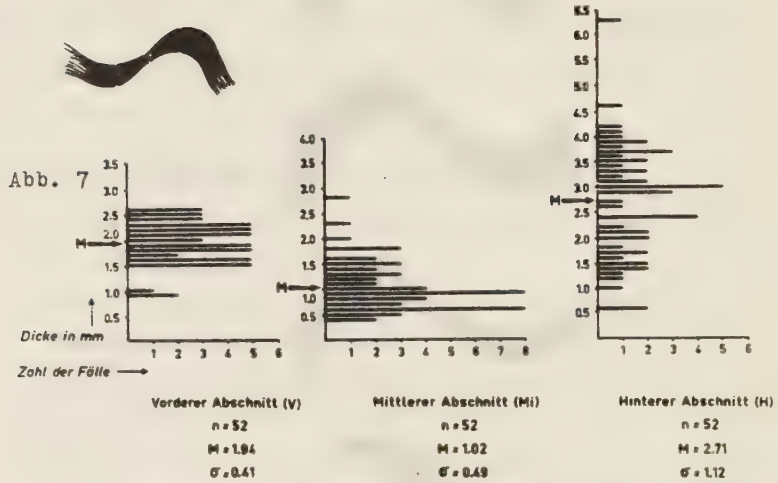


Abb. 6

Die Maße für die Dicke des Discus betragen durchschnittlich vorne 1,94 in der Mitte 1,02 hinten 2,71 mm. Die dazu gehörigen Angaben für das Sigma sind der Abb. 7 zu entnehmen.

Abb. 7



Discusdicke an den drei festen Abschnitten

Aus der graphischen Darstellung erkennt man die Dickenunterschiede und die Häufigkeitsverteilung der Dicke im einzelnen genauer als sich mit Worten sagen ließe.

Eine Überprüfung der K o r r e l a t i o n zwischen den Formen des Caput, der Fossa und der Gesamtform des Discus gab kein positives Ergebnis. Die einzige an Hand des vorliegenden Materials nachweisbare Korrelation besteht zwischen der Form des Tuberculum und der Form des Discus, dergestalt, daß dann, wenn das Tuberculum eine nach hinten ebenmäßig schräg aufsteigende Form hat, der Discus vorne dicker als hinten ist (Abb. 8). Dies gilt mit einer

Abb. 8

Die Korrelation zwischen Discustypen und Tuberculumform

	Typen	Tuberculum			
	52	I —	II ⟋	III ◡	IV ◡
		9	7	26	10
Discus	I ⟋ 9	1 1,55 -0.55 0.19	6 1,21 +4.79 18.96	2 4,5 -2.5 1.3	- 1,73 -1.73 1.73
	II ⟍ 6	1 0,66 +0.14 0.02	- 0,67 -0.67 0.67	4 2,5 +1.5 0.9	- 0,96 -0.96 0.96
	III ⟍ 38	7 6,57 +0.43 0.02	1 5,11 -4.11 3.30	20 19 +1 0.05	10 7,3 +2.7 0.99

Gesamtes χ - quadrat = 29.09

Zahl der Freiheitsgrade (m) = 6

$$\frac{\chi^2}{m} = \frac{29.09}{6} = 4.848$$

Mindestwert für eine positive-

Korrelation nach *Koller* = 3.344

	Typen	Tuberculum	
	52	II	I, III, IV
		7	45
Discus	I 9	6 1,21 +4.79 18.96	3 7,78 -4.78 2.93
	II, III 43	1 5,78 -4.78 3.95	42 37,21 +4.79 0.61

Gesamtes χ - quadrat = 26.45

Zahl der Freiheitsgrade (m) = 1

$$\frac{\chi^2}{m} = \frac{26.45}{1} = 26.45$$

Mindestwert für eine positive-

Korrelation nach *Koller* = 9.00

Ausnahme bei 7 Fällen. Aber auch hier muß betont werden, daß dieses Ergebnis in seinem Wert eingeschränkt wird durch die relativ kleine Zahl von 52 Gelenken, wobei es nicht möglich ist, alle Klassen mit der erforderlichen Zahl von 5 zu besetzen. Nicht einmal die Zusammenfassung zu je 2 Klassen reicht hier aus, um diese Bedingung zu erfüllen.(Abb.8).

Über die Dicke des hinteren Discusanteils allein meinten Steinhardt (1934) und Sicher (1952), daß sie in Zusammenhang mit der Gestalt sowohl des Tuberculum als auch der Fossa steht. Und zwar soll der Discus bei hohem Tuberculum (siehe Seite 7) und gleichseitig tiefer Fossa besonders dick sein. Eine Nachprüfung an unserem Material bestätigt zwar, daß ein dicker hinterer Discusschnitt (mehr als 3 mm) häufig bei einem hohen Tuberculum vorkommt. Dementsprechend findet man einen dünneren hinteren Discusabschnitt (1-1,5 mm) häufig mit einem flachen Tuberculum gepaart (s.S.17, Abb.9). Im Gegensatz dazu konnte aber eine positive Korrelation zwischen der Discusdicke und der Fossatiefe bei unserem Material nicht gefunden werden.

Die Lage des Discus in Beziehung zur temporalen Gelenkfläche.

Wie wir gesehen haben, hat der Discus, abgesehen von zwei Ausnahmen, bei denen das knöcherne Pfannendach fehlte, immer Doppelkeilform. Wünscht man nun Aufschluß über die Lage des vorderen Discusendes, seiner dünnsten Stelle

Die Korrelation zwischen Tuberculum und Discusdicke am hinteren Abschnitt

Abb.9

	Typen	Tuberculum	
		I,II ⌒	III,IV ⌒
	52	16	36
Discusdicke am hinteren Abschnitt	1-1,5 mm	7 2,76 +4.24	2 6,23 -4.23
	9	6.51	2.87
	>1,5-3 mm	7 7,07 -0.07	16 15,92 +0.08
	23	0.0007	0.0004
	> 3 mm	2 6,15 -4.15	18 13,84 +4.16
	20	2.80	1.25

Gesamtes X-quadrat = 13.4311

Zahl der Freiheitsgrade (m) = 2

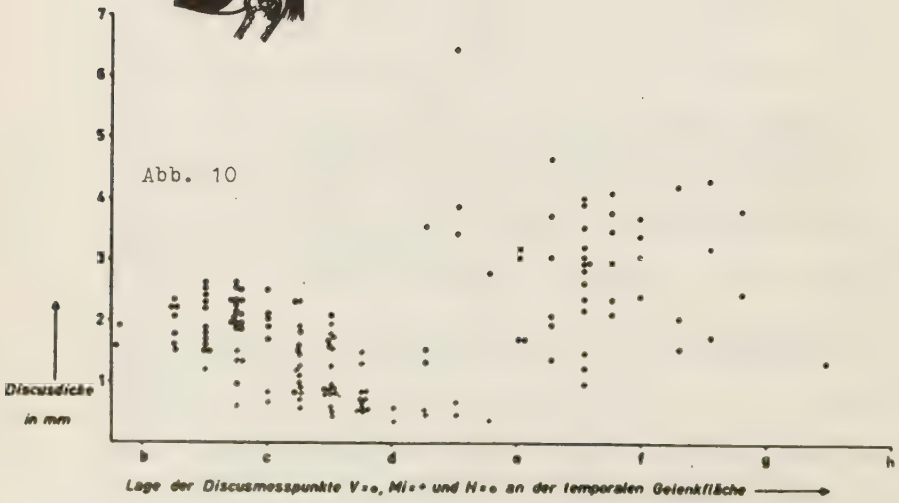
$$\frac{X^2}{m} = \frac{13.4311}{2} = 6.7155$$

Mindestwert für eine positive Korrelation nach *Koller* = 5.916

und seines hinteren Endes in Beziehung zum Tuberculum und zu der Fossa, dann empfiehlt es sich zunächst die Fossa und das Tuberculum in Abschnitte einzuteilen. Wir wählten, wie auf Seite 3 und Abb.1 angegeben, 7 Abschnitte (a bis h), wobei der Punkt b etwa auf der Höhe des Tuberculum liegt, und der Punkt f etwa an der tiefsten Stelle der Pfanne anzutreffen ist (Abb.1 und Seite 18 Abb.10). Eine Überprüfung der Lage des Discus nach dieser Vorbereitung ergibt, daß das vordere Ende des Discus nur in 2 Fällen vor dem höchsten Punkt des Tuberculum gelegen ist. In keinem Fall fand

es sich weiter nach hinten als an der Mitte der hinteren Fläche des Tuberculum. Die dünnste Stelle des Discus liegt stets zwischen dem höchsten Punkt des Tuberculums und der tiefsten Stelle der Fossa; diese Grenzen werden von der dünnsten Stelle in keinem Fall überschritten. Das hintere Ende des Discus liegt stets in der Fossa. Es berührt nur in einem einzigen Fall ausgesprochen die Hinterwand. In der Mehrzahl der Fälle (27 Fälle = 54 %) liegt es an der tiefsten Stelle der Fossa, d.h. meistens hinter dem hinteren

Abb. 10



Abhang des Tuberculum. Nur an 7 Präparaten erreicht das dorsale Discusende den in der Nähe der Fossa gelegenen Teil der hinteren Tuberculumwand (Abb. 10).

Die Gelenkhöhle

Die Gelenkhöhlengrenze und der Ansatz der Gelenkkapsel

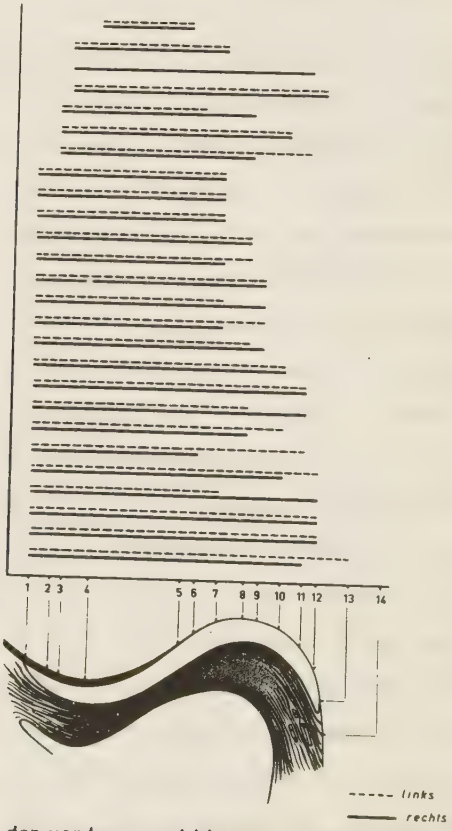
Da das Kiefergelenk durch den Discus articularis in zwei nicht miteinander kommunizierende Gelenkspalten unterteilt ist, ist auch bei einer Überprüfung der Ausdehnung des Gelenkspaltes nach vorn und hinten zwischen disco-temporalem und disco-mandibulärem Gelenkspalt zu unterscheiden. Im allgemeinen kann man sagen, daß der discotemporale Gelenkspalt weiter vorne liegt als der discomandibuläre Gelenkspalt (Abb.1). Die discomandibuläre Gelenkhöhle erstreckt sich jedoch sehr viel weiter nach unten auf die hinteren Kanten des aufsteigenden Unterkieferastes, während die vordere Begrenzung zunächst definiert werden muß. Man kann als vordere Begrenzung die Anheftung der Gelenkkapsel am Knochen auffassen, hat aber dann nicht die wahre Ausdehnung der Gelenkhöhle, da diese sich mit dem Recessus noch weiter nach vorn und unten erstreckt. Für die Betrachtung der Weichteilüberzüge des Gelenkes ist die Anheftung der Gelenkkapsel am Knochen entscheidend.

Im einzelnen läßt sich zur Frage der Kapselanheftung am Knochen folgendes sagen:

Am weitaus häufigsten ist die Gelenkkapsel ganz vorn am Tuberculum befestigt (74,5 %). Weniger oft liegt der

Anheftungspunkt weiter hinten (25,5 %). In allen verwertbaren Fällen sind diese Befunde am rechten und linken Kiefergelenk derselben Person gleich (Abb.11). In einem Fall

Abb. 11



Lage der vorderen und hinteren Umschlagsfalte des disco-temporalen Gelenkspaltes

ließ sich die vordere Grenze wegen eines Fehlers im Präparat nicht bestimmen.

Die hintere Anheftung des disco-temporalen Anteils der Gelenkkapsel variiert dagegen sehr viel stärker und zwar nicht nur insgesamt, sondern auch zwischen linkem und rechtem Kiefergelenk derselben Person (Abb.11).

Der disco-mandibuläre Gelenkanteil der Gelenkkapsel streute vorn in seiner Anheftung ebenfalls sehr gering, wohingegen hinten die Streuung wieder größer, wenn auch bei weitem nicht so groß ist, wie die hintere Anheftung des disco-temporalen Anteils der Gelenkkapsel.

Eine K o r r e l a t i o n zwischen Gelenkform und Enden der Gelenkanteile der Knochen ließ sich an unserem Material nicht feststellen. Ebenso ließ sich an unserem Material keine Korrelation nachweisen zwischen Discusform, Discusdicke und Ansatzverhältnissen.

Die Weichteilbedeckung

Die Weichteilbedeckung des Caput mandibulae

Wie bekannt, ist die Weichteilbedeckung des Kiefergelenks teilweise zweischichtig, wobei die untere, dem Knochen zugewandte Schicht aus Knorpel besteht, und über dieser Knorpelschicht als zweite Lage eine Faserschicht den Discus berührt.

Zur Bestimmung der Dicke der Weichteilüberzüge am Kieferköpfchen wurde das Kieferköpfchen in 5 Strecken mit 6 Be-

grenzungspunkten a bis f unterteilt (Abb.1). Die Strecke a bis d enthielt bei allen Gelenken Knorpel, von d bis f war das Kieferköpfchen knorpelfrei. Es trug hier nur ein etwas verdicktes Periost.

Die dickste Stelle des Knorpels lag in den meisten Fällen bei den Meßpunkten a, b und c. Die maximale Dicke betrug 0,6 mm. Ein Gelenk mit besonders dünnem Knorpelüberzug hatte an der dicksten Stelle eine Knorpelbedeckung von nur 0.12 mm. Knorpel und Bindegewebsüberzug zusammen hatten in einem Extremfall eine Dicke von 0.75 mm.

Die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Maße für den Knorpelüberzug ist aus der Darstellung der Abb. 12 entnehmbar.

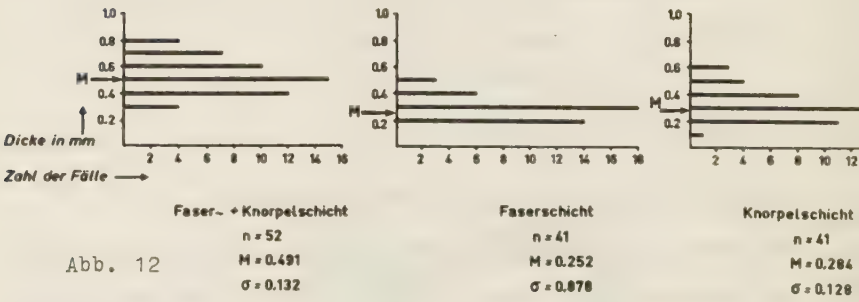


Abb. 12

Maximale Dicke der Caputüberzüge

Zusammenfassend läßt sich sagen: In der Regel ist das ganze Kieferköpfchen von einer Bindegewebsfaserschicht überzogen, der in einem bestimmten Bereich eine Knorpelschicht unterlagert ist. Die histologische Natur dieses unterlagerten Knorpels ist verschieden, sehr häufig findet man Hylalinknorpel, es kann aber auch Faserknorpel vorliegen. Ein Zusammenhang mit dem Alter des Patienten besteht hier nicht. Bei 11 von den insgesamt 52 Kiefergelenken war die oberste Faserschicht nicht klar zu erkennen: Was daran lag, daß in diesen Fällen auch die oberste, die Gelenkhöhle begrenzende Schicht mit Knorpelzellen durchsetzt war, und daß die zwischen ihnen liegende Interzellularsubstanz keine klare Fasertextur erkennen ließ.

Die dickste Stelle der Weichteilbedeckung lag am häufigsten zwischen den markierten Punkten a, b und c, in selteneren Fällen an dem Punkt d. Die dickste Stelle des unterlagerten Knorpels lag meist in dem Abschnitt von a bis c, nur in 2 Fällen an den Stellen d.

Die jeweils dickste Stelle der Weichteilbedeckung des Kiefergelenkköpfchens ist auf der Tabelle der Abb. 13 wiedergegeben. (Siehe Seite 24).

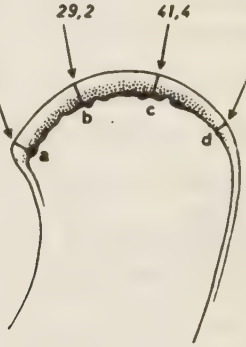
Die Verhältnisse für die Bindegewebeschicht allein ohne Knorpelunterlagerung sind u.a. auf Abbildung 12 dargestellt. Hier ist außer dem Durchschnittswert auch das dazu gehörige Sigma entnehmbar.

Eine statistisch gesicherte K o r r e l a t i o n zwischen dem Ort des dicksten Weichteilüberzugs und der Form des Kiefergelenkköpfchens ließ sich nicht herausstellen.

Orte der dicksten Caputüberzüge

Faser- + Knorpelschicht	Fälle	19	13	19	1
	%	36,5	25,0	36,5	2,0
Faserschicht	Fälle	20	11	6	4
	%	48,8	26,8	14,6	9,8
Knorpelschicht	Fälle	10	12	17	2
	%	24,4	29,2	41,4	5,0

Abb. 13



Weichteilbedeckung des temporalen Gelenkanteils

Wie beim Kiefergelenkköpfchen haben wir auch an der temporalen Gelenkfläche zwei Komponenten: einen Knorpel, der auf dem Knochen direkt aufliegt und eine Faserschicht, die

gelenkhöhlenwärts den Gelenkknorpel wieder überzieht. Auch hier bei der temporalen Gelenkfläche findet sich der Knorpel nicht auf der ganzen Länge der das Gelenk begrenzenden Fläche. Der bindegewebige Überzug des Knorpels war nicht immer klar zu differenzieren, und zwar in 25 der insgesamt 52 Fälle. Mit Beginn der Fossa hört der Knorpel auf, sodaß nur das Tuberculum eine knorpelige Bedekkung aufweist, die eigentliche Fossa nie. Damit sind dann an unserem Material die gleichlautenden Angaben von J.Müller (1934), Steinhardt (1934), Weinmann (1945) bestätigt. In 2 Fällen fanden sich sogar in dem Bindegewebsüberzug der Fossa mehrere größere Blutgefäße von 0,03 - 0,06 mm Durchmesser.

Die dickste Stelle des Weichteilüberzugs befand sich in unserem Material stets auf der Strecke a bis c (Abb.14, Seite 26).

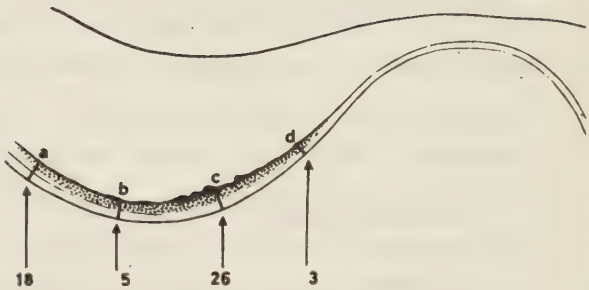
Stellt man die Werte für die dickste Stelle an den einzelnen Kiefergelenken zusammen, so erhält man die Darstellung der Abb.15 (s.S.26).

Die Dicke des Bindegewebsfaserüberzugs für sich allein ist ebenfalls auf der Abb.15 veranschaulicht. Der häufigste Wert liegt bei o,2 mm, der Durchschnitt bei 0.32 mm, bei einem Sigma von 0,235.

Die Verankerung der Weichteilbedeckung im Knochen

Die Verankerung der Weichteilbedeckung erfolgt über Fasern, die natürlich nicht immer in der Ebene des Schnittes gelegen sind. Es hängt daher ganz von der Schnittrichtung ab,

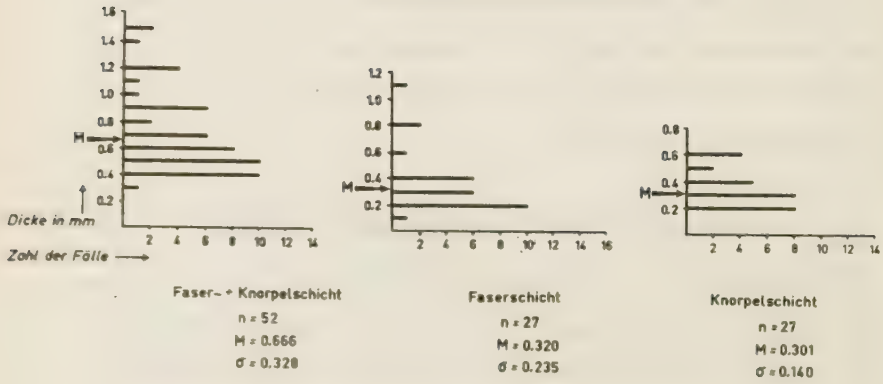
Abb. 14



		a	b	c	d
Faser- + Knorpelschicht	Fälle	18	5	26	3
	%	34,6	9,6	50,0	5,8
Faserschicht	Fälle	10	7	7	3
	%	37,1	25,9	25,9	11,1
Knorpelschicht	Fälle	5	1	20	1
	%	18,5	3,7	74,1	3,7

Orte der dicksten temporalen Gelenkflächenüberzüge

Abb. 15



Maximale Dicke der temporalen Gelenkflächenüberzüge

ob man einen Faserzug über ein längeres Stück verfolgen kann. Grundsätzlich lassen sich die bekannten Angaben über die Verankerung des Gelenkknorpels mit dem Knochen hier bestätigen, wenn man die besonderen Verhältnisse des Faserüberzuges mitberücksichtigt. Die oberflächlichen Bindegewebsfasern laufen zunächst parallel zur Oberfläche, ziehen dann bogenförmig nach unten und tauchen in den Knorpel ein, dabei weichen sie beim Eintauchen in die Verkalkungszone des Gelenkknorpels etwas von ihrer Richtung ab, eine zweite Richtungsänderung erfolgt beim Entauchen in den Knochen. Da die knocheneigenen Bindegewebsfasern sehr unterschiedlich verlaufen und recht enge Kurven beschreiben, ist es äußerst schwer den direkten Übergang von Verankerungsfasern in knocheneigene Bindegewebsfasern zu Gesicht zu bekommen. Gar nicht so selten kann man aber bei günstiger Schnittrichtung sehen, wie die Verankerungsfasern der Weichteilüberzüge die Fasern der Generallamellen in einem rechten oder spitzen Winkel kreuzen und erst jenseits der Generallamellen im Knochen verschwinden. Dabei sind die Generallamellen nicht bei allen Gelenken vorhanden. Eine gewisse Vorstellung von den Bügel- und Verankerungssystemen vermittelt die Abb.16. (s.S. 28) Das scheinbare Aufhören der Verankerungsfasern in den rechten zwei Dritteln der Grenzzone zum Knochen hängt damit zusammen, daß hier die Fasern von der bisherigen Verlaufsrichtung auf uns zu oder von uns weg abbiegen (Abb.16).

Abb.16:

Polarisationsbild des Gelenkknorpels vom Caput mand. einer 44-jährigen Frau (mit Analysator 140-90 Grad, 8').

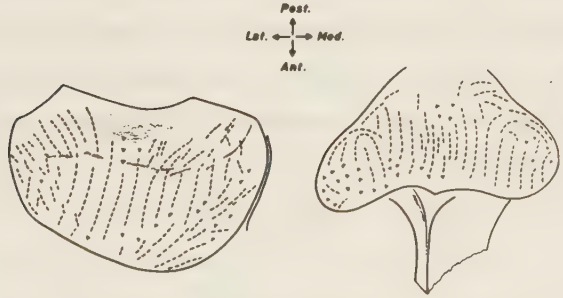
Die Grenze zwischen Knorpel respektive Bindegewebe auf der einen Seite und Knochen auf der anderen Seite ist in den einzelnen Abschnitten des Kiefergelenkes verschieden gestaltet. Wir müssen zwischen einer glatten Begrenzungsfläche und einer Verzahnung unterscheiden. Eine Verzahnung

im Sinne einer unregelmäßig rauhen Knochenoberfläche finden wir in der Gegend des Tuberculum sowie an der oberen und der vorderen abschüssigen Fläche des Caput mandibulae. Hingegen haben die Fossa und die Hinterfläche des Caput mandibulae eine glatte, ebene Begrenzung.

Der Faserverlauf im Knorpel und das Spaltlinienbild

Es war nun naheliegend, das Bild, welches die Schnitte ergeben, durch eine Flächenansicht der Gelenküberzüge zu ergänzen. Solche Versuche wurden an 4 Gelenken mit der Spaltlinienmethode gemacht. In der Abb.17 ist ein Beispiel davon wiedergegeben.

Abb. 17



Spaltlinienbild auf der temporalen Gelenkfläche und dem Caput

Die Befunde an 4 Gelenken stimmen darin überein, daß in der mittleren Partie des Gelenkes die Spaltlinien senkrecht zur Querachse des Gelenkes verlaufen. An den Rändern kommen leichte Abweichungen vor. Teilweise laufen die Spaltlinien hier unter leichter Verflechtung parallel zur Anheftungslinie der Gelenkkapsel.

Kontrollen des Spaltlinienbildes mit Hilfe von Schnittserien ergaben, daß das Spaltlinienbild, wie zu erwarten, nur für die oberste Schicht gilt, daß aber in der Tiefe liegende Fasern eine andere Richtung als die Spaltlinien haben können.

Das Spaltlinienbild deckt sich ebenfalls mit dem oberflächlichen Faserverlauf an einem Fall, bei dem man den oberflächlichen Faserverlauf in direkter Betrachtung bei geeigneter Beleuchtung deutlich wahrnehmen konnte.

Der Faserverlauf am Tuberculum entspricht im wesentlichen dem Faserverlauf auf dem Kiefergelenkköpfchen. Auch hier laufen die Fasern hauptsächlich parallel zur kurzen Achse der Gelenkfläche.

D I S K U S S I O N

Die Bedeutung der Discusform für die Kiefergelenkmechanik

Von den geschilderten Befunden, positiver wie negativer Art, verdient eine Feststellung besonders hervorgehoben zu werden, weil sie mit einer neueren Auffassung über die Kiefergelenkmechanik im Einklang steht. Körber und Steinhilber (noch nicht veröffentlicht) haben u.a. festgestellt, daß keine Korrelation zwischen dem Kiefergelenk und den Führungsflächen der Zähne besteht. Wenn das der Fall ist, braucht das Kiefergelenk, wenn der Unterkiefer bei Kaubewegung gleichzeitig durch das Kiefergelenk und die Zähne geführt wird, einen Ausgleich. Dieser Ausgleich kann in dem Discus articularis bestehen. Wie festgestellt wurde, ist der Discus art. hinten stehts dicker als in der Mitte, daher kann er mit einem jeweils passenden Durchmesser in den Raum zwischen Tuberculum und Caput mandibulae gezogen werden. Die hierfür nötige aktive Komponente ist gegeben in dem Musculus Pterygoideus lateralis, und zwar speziell in seinem oberen Kopf, der bezeichnenderweise völlig getrennt ist von dem unteren Kopf, sodaß der Discus isoliert nach vorn gezogen werden kann, ohne daß gleichzeitig der Unterkiefer im selben Maße erfolgen muß. Hierbei bleibt allerdings die Frage offen, welche Kraft den Discus wieder nach hinten bewegt. Sie kann u.a. gegeben sein durch den Druck, den das Caput auf das Tuberculum ausübt, wobei dann der Discus nach hinten herausgequetscht wird, ähnlich, wie wenn man einen feuchten Zwetschgenkern zwischen

zwei Fingern hervorschnellen läßt. Dieser Mechanismus ist deswegen möglich, weil, wenn nicht abnorme Verhältnisse vorliegen, der Discus auch vorne stets dicker als in der Mitte ist, also nicht die Gefahr gegeben ist, daß der Discus zu weit nach hinten herausgequetscht würde, abgesehen davon, daß in diesem Fall der M.Pterygoideus lat. mit seinem oberen Bauch auch hemmend eingreifen könnte. Hierbei würde, solange der M.Pterygoideus lat. nicht besonders innerviert ist, der Discus sich mit seinem dünnsten Teil über dem Scheitel des Caput mandibulae einstellen. Aus dieser Stellung kann der M.Pterygoideus lat. ihn nach vorn holen, bis er beim Nachlassen des Zuges durch den Druck der übrigen Kaumuskulatur wieder in Ausgangsstellung zurückgleitet.

Über die Korrelation zwischen Dicke und Tiefe des Fossadaches

Eine klare Korrelation hatte sich herausgestellt zwischen der Dicke des Pfannendaches und der Tiefe der Fossa, dergestalt, daß, je tiefer die Fossa, um so dünner das Pfannendach ist. Diese Korrelation wird verständlich, wenn man die Auswölbung der Fossa als reine Formfrage betrachtet, und annimmt, daß die Fossa mechanisch nicht beansprucht wird. Würde die Fossa bei Kieferschluß unter Druck geraten, dann müßte sie auch in den Fällen, bei denen sie tief ist, mit einem dickeren Dach versehen sein. Diese Überlegung würde sich allerdings schon auf Grund der Tatsache erübrigen, daß bekanntermaßen der Druck des Unterkiefers gegen die Hinterfläche des Tuberculum erfolgt und nicht in der Tiefe der

Fossa, wofür ja auch der einwandfreie morphologische Befund spricht, daß diese Stelle nicht mit dem Knorpel überzogen ist.

Es war das Hauptziel dieser Arbeit das vorhandene Material aus dem Nachlass Adrions vor allem nach morphologischen Gesichtspunkten zu bearbeiten. Die Frage, wie weit im einzelnen pathologische Formen vorliegen wurde bewußt nicht gestellt. Da die Anzahl von 52 Gelenken nach heutiger Auffassung nicht ausreicht, um weitere verbindliche Folgerungen zu ziehen, ist die Ansammlung eines umfangreicheren Materials abzuwarten.

Z U S A M M E N F A S S U N G

1. Es wurden 52 histologische Schnittpräparate von 26 menschlichen Gelenkpaaren untersucht. Als Kontrolle und für Spaltlinienmethode wurden noch weitere 4 Gelenke von 2 Individuen verwandt.

2. An Sagittalschnitten wurden je 4 Formtypen der 4 Gelenkanteile (Tuberculum, Fossa, Caput und Discus) aufgestellt.

3. Linkes und rechtes Gelenk derselben Personen sind nicht in allen Punkten gleich gestaltet.

4. Beim Vergleich der verschiedenen Formtypen und verschiedener Dickenmaße lassen sich 3 statistisch gesicherte, positive Korrelationen herausstellen:

I. Zwischen Fossaform und Dicke des Fossadaches
II. Zwischen Discusform und Tuberculumform
III. Zwischen Discusdicke und Tuberculumform

5. Der Discus articularis erscheint im Sagittalschnitt doppelkeilförmig. Sein hinterer und vorderer Abschnitt sind stets dicker als der mittlere Abschnitt. Dies ist für die Kiefergelenkmechanik von Bedeutung.

6. Die Dickenmaße der 52 Disci wurden graphisch dargestellt.

7. Die Länge der Disci wechselt nicht nur von Individuum zu Individuum, sondern weist bei derselben Personen auch

starke Unterschiede zwischen links und rechts auf.

8. Die disco-mandibuläre Gelenkhöhle endet vor der vorderen Anheftung der Gelenkkapsel am Kieferköpfchen. Hinten setzt sich die Gelenkkapsel verschieden weit auf dem Kieferhals fort.

9. Die Weichteilbedeckung der Kiefergelenkfläche besteht aus einer oberen Faserschicht und einer auf dem Knochen gelegenen Knorpelschicht. An der Fossa und an der Rückseite des Caput mandibulae fehlt die Knorpelschicht. An der temporalen Gelenkfläche ist die Faserschicht dicker als ihre Knorpelschicht. Auf dem Caput mandibulae ist es aber umgekehrt. Im ganzen ist der temporale Gelenkflächenüberzug dicker als der Caputüberzug (bzw. 0,666 und 0,491 mm).

10. Die Fasertextur des Gelenkflächenüberzugs besteht aus Bügelsystemen. Diese Fasern setzen sich in den Knochen hinein fort. Die Fasern weichen zweimal von ihrer Richtung ab, einmal in der Verkalkungszone des Gelenkknorpels und zum zweiten Mal beim Eintritt in den Knochen.

11. Auf dem Tuberculum und dem Caput verlaufen die Spaltlinien im wesentlichen senkrecht zur Querachse des Kiefergelenks. Das Spaltlinienbild zeigt uns aber nicht alle Faserverlaufrichtungen: es gilt nur für die oberflächlichen Fasern.

12. Bei zwei abnormen Kiefergelenken war das Fossadach durch Bindegewebe ersetzt.

B I B L I O G R A P H I E

Benninghoff, A. — Der funktionelle Bau des Gelenkknorpels; Ergebn. d. Anat. u. Entw. Gesch., Bd. 26, 39, 1925.

Lehrbuch der Anatomie des Menschen; Bd. 1, 519, Aufl.5, München, Berlin, Urban & Schwarzenberg, 1954.

Bauer, W. — Anatomische und Mikroskopische Untersuchungen über das Kiefergelenk mit besonderer Berücksichtigung der Veränderung bei Osteoarthritis deformans; Zschr.Stomat., Bd.30, 1136, 1932. Bd.30, 1297, 1932.

Cristen, A. — Die Faserstruktur des Discus temporo mandibularis; Zschr.f.Anat.u.Entw. Gesch., Bd.121, 322, 1959.

Fick, R. — Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke; Jena, Gustav Fischer, Bd. 2, 46, 1904. Bd. 3, 5, 1911.

Gysi, A. — Handbuch der Zahnheilkunde (Zahnärztliche Prosthetik); Bd.3, 167, Aufl.3, München, J.F. Bergmann (Christian Bruhn), 1930.

Hjortsjö, C.H. — Gesichtspunkt zur Mechanik des Kiefergelenks beim Senken und Heben sowie Vor- und Zurückdrücken des Unterkiefers; KUNGL. FYSIOGRAPHISCH SÄLLSKAPETS I LUND FÖRTHANDLINGAR, Bd. 21, 10, 1951.

Die Seitenbewegung im Kiefergelenk. Eine gelenkmechanische Analyse; KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS I LUND FÖRTHANDLINGAR, Bd. 22, 20, 1952.

Kjellberg, K. — Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Kiefergelenks; Gegenb.morphol. Jahrb., Bd. 32, 159, 1904.

Koller, S. — Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen; Aufl.3, Darmstadt, Verlag von Dr. D.Steinkopff, 1953.

Linblom, G. — On the Anatomy and Function of the temporo mandibular joint; Acta. Odon. Scand., Vol. 17, Suppl. 28, 1950.

Lenhossek, Mv. — Handbuch der Zahnheilkunde, (Das Kiefergelenk); Bd.1, 52, Aufl. 4, Wien/G Freytag, GMBH Leipzig, Hölder-Pichler Temsky AG. (Julius Scheff), 1922.

Müller, J. Die horizontale Asymmetrie des Kiefergelenks; Schweiz.Masch.f.Zahnheilk., Bd. 64, 58, 1934.

Siegle, B. (geb. Daser) Über den Zusammenhang der Hautleistensysteme von Händen und Füßen; Zschr. für Morphol. u. Anthrop., Bd.42, 339 (343-345), 1951.

Steinhardt, G. Die Bedeutung funktioneller Einflüsse für die Entwicklung und Formung der Kiefergelenke; Dtsch.Zahn-Mund- u. Kieferheilk., Bd. 2, 711, 1935. Bd. 3, 173, 1936.

Schumacher, G. Die Kiefermuskeln des Menschen als Funktionssystem; 10. Jahrgang, 1961.

Sarnat, B.G. The Temporo-mandibular Joint, Aufl.1, Springfield; Illiois, Charles C. Thomas, 1953.

Werner, H. Die Dicke der menschlichen Knorpel (Diss. Berlin); Med.u.Chirg., Bd. 115G., 5, 1897.

Zenker, W. Das retro-articuläre plastische Polster des Kiefergelenks und seine mechanische Bedeutung; Zschr.f.Anat. u. Entw. Gesch., Bd. 119, 375, 1956.

Diese Arbeit wurde mit Unterstützung durch die Alexander von Humboldt-Stiftung durchgeführt, der ich meinen ganz besonderen Dank sagen möchte.

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr.med. H.Feneis verdanke ich die Anregung zu meiner Dissertation sowie vielseitige wertvolle wissenschaftliche Förderungen für die vorliegende Arbeit und für die Weiterbildung zur Fortsetzung meiner Tätigkeit in meiner Heimat. Auch menschlich bin ich ihm in tiefem Dank verbunden.

L E B E N S L A U F

Am 20.10.1930 bin ich in Dhonburi/Thailand als viertes Kind des Richters Laung Vudhinainätisart (Tam Thanabhumi) und seiner Ehefrau Utong Thanabhumi geboren. Von 1937-1948 besuchte ich die Rajini Schule in Bangkok und machte dort im Februar 1948 mein Abitur. Dann begann ich das Zahnmedizinische Studium an der Universität Bangkok. Nach bestandenem Staatsexamen (1954) arbeitete ich von 1954 bis 1955 praktisch zahnärztlich an der Universitätsklinik und war anschließend als Assistentin in der Anatomischen Abteilung der Zahnmedizinischen Fakultät Bangkok tätig.

Im August 1960 bin ich als Alexander von Humboldt-Stipendiatin in Deutschland angekommen. Zuerst besuchte ich für zwei Monate den Deutschunterricht beim Goethe-Institut in Bad-Aibling/München. Seit November 1960 bin ich an der Universität Tübingen immatrikuliert. Bei Herrn Professor Dr.med. H.Feneis arbeite ich zur Zeit an meiner Dissertation und an meiner Fortbildung auf dem Gebiet der Anatomie.

Chongkolpun Thanabhumi

Fotodruck Frau Elly HUTH Tübingen